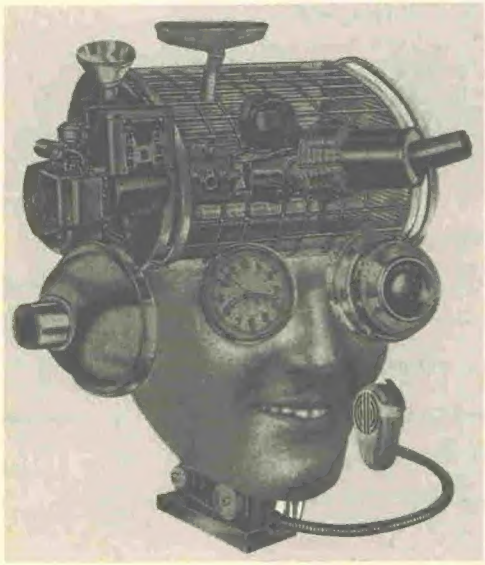
พันธ์ศักดิ์ ศรีทรัพย์

ADSL เทคโนโลยีที่จะพาสายคู่ตีเกลียวสู่ยุคทางด่วนข้อมูล



ADSL เป็นเทคโนโลยีโมเด็มแบบใหม่ที่เปลี่ยนแปลงคู่สายโทรศัพท์ที่เป็นแบบสายคู่ตีเกลียวที่มีอยู่เดิม ให้กลายเป็นเส้นทางเข้าถึงมัลติมีเดีย

ADSL (Asynchronous Digital Subscriber Line) เป็นเทคโนโลยีโมเด็มแบบใหม่ที่สามารถเปลี่ยนแปลงคู่สายโทรศัพท์ที่เป็นแบบสายคู่ตีเกลียวที่มีอยู่เดิม ให้กลายเป็นเส้นทางเข้าถึงมัลติมีเดียและการสื่อสารข้อมูลด้วยความเร็วสูงได้ โดย ADSL สามารถสื่อสารด้วยความเร็วกว่า 6 Mbps ไปยังผู้ใช้บริการ และได้เร็วถึงกว่า 640 Kbps ในสองทิศทาง ซึ่งอัตราความเร็วดังกล่าวช่วยเพิ่มประสิทธิภาพความจุของสายโทรศัพท์แบบเดิมได้กว่า 50 เท่า โดยไม่ต้องลงทุนวางสายเคเบิลใหม่

ADSL สามารถแปลงโครงข่ายข้อมูลข่าวสารพื้นฐานที่มีอยู่จากที่เคยจำกัดเพียงการให้บริการด้านเสียง ข้อความ และกราฟิกที่มีรายละเอียดไม่มากนัก ให้กลายเป็นระบบที่มีประสิทธิภาพสูง ใช้ได้กับมัลติมีเดีย รวมทั้งการส่งภาพเคลื่อนไหวที่สมบูรณ์แบบไปยังบ้านเรือนต่าง ๆ ในทศวรรษนี้ได้อย่างแพร่หลายทั่วไป

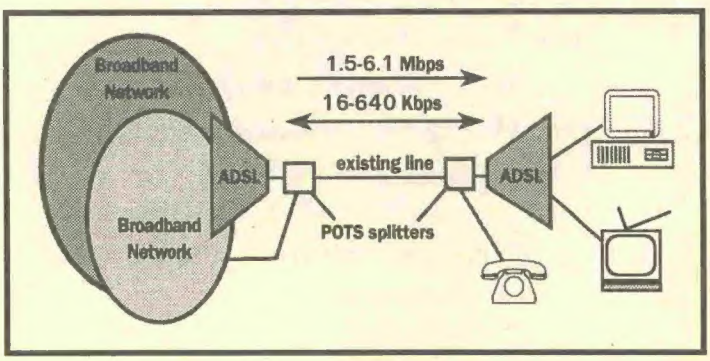
ADSL จะก้าวเข้ามามีบทบาทที่สำคัญในอีกสิบกว่าปีข้างหน้านี้ เมื่อบรรดาบริษัทโทรศัพท์ต่าง ๆ พากันเข้าสู่ตลาดใหม่ทางด้านการส่งข่าวสารข้อมูลในรูปของภาพและมัลติมีเดียกันมากขึ้น การวางสายเคเบิลเพื่อรองรับการส่งแบนด์กว้าง (Broadband) ใหม่คงต้องใช้เวลานานกว่าจะได้ลูกค้าตามเป้า

ทว่าความสำเร็จของบริการใหม่เหล่านี้ยังคงต้องอาศัยการทำตลาด ประชาสัมพันธ์ ถึงกลุ่มเป้าหมายที่จะเป็นผู้ใช้บริการค่อนข้างมาก และใช้เวลานาน 2-3 ปี

การนำเสนอรายการโทรทัศน์ ภาพยนตร์ตัวอย่างวิดีโอที่มีให้เลือกดู รีโมท ซีดีรอม Corporate LAN และอินเทอร์เน็ต จนถึงประตูบ้านเรือนและสำนักงานขนาดเล็กนี้ ADSL สามารถที่จะทำให้ตลาดเหล่านี้เป็นจริงขึ้นมาได้ และเป็นประโยชน์แก่บริษัทโทรศัพท์ต่าง ๆ ตลอดจนผู้ให้บริการที่เกี่ยวเนื่องด้วย

ความสามารถ

วงจร ADSL เกิดขึ้นด้วยการต่อ ADSL modem เข้าที่ปลายแต่ละด้านของคู่สายโทรศัพท์ที่เป็นสายคู่ตีเกลียว ทำให้เกิดเป็นช่องสื่อสารข้อมูล (Information channel) ขึ้น 3 ช่อง คือช่อง



รูปที่ 1 ลักษณะการใช้งานของ ADSL

สำหรับดาวน์สตรีม (Downstream) ความเร็วสูง ช่องส่งดูเพล็กซ์ (Duplex) ความเร็วปานกลาง และช่องสำหรับให้บริการโทรศัพท์แบบเดิม (POTS) ทั้งนี้ช่องบริการโทรศัพท์แบบเดิมจะถูกแยกออกจากดิจิตอลโมเด็มด้วยฟิลเตอร์ จึงมั่นใจได้ว่าการสนทนาทางโทรศัพท์ตามปกติจะไม่มีการถูกตัดหรือกระทบกระเทือนแต่อย่างใด แม้อุปกรณ์ ADSL จะมีปัญหาหรือขัดข้อง

อนึ่ง ช่องความเร็วสูงนั้นมีอัตราความเร็วตั้งแต่ 1.5-6.1 Mbps ในขณะที่การสื่อสารข้อมูลแบบดูเพล็กซ์อยู่ในช่วงตั้งแต่ 16-40 Kbps และแต่ละช่องสัญญาณสามารถที่จะทำการ submultiplex ให้เป็นช่องสำหรับการส่งด้วยอัตราความเร็วต่ำ ๆ ได้หลาย ๆ ช่อง

ADSL modem รองรับการสื่อสารข้อมูลในอัตราเดียวกันกับ digital hierachies ของอเมริกาเหนือและยุโรป (ดูตารางที่ 1) ผู้ใช้บริการสามารถเลือกซื้อบริการที่อัตราความเร็วและความสามารถต่าง ๆ ได้ตามต้องการ ทั้งนี้รูปแบบต่ำสุดให้ดาวน์สตรีมได้ 1.5 หรือ 2.0 Mbps และช่องดูเพล็กซ์ 16 Kbps อีกหนึ่งช่อง ส่วนรูปแบบอื่น ๆ ให้บริการได้ในอัตรา 6.1 Mbps และ 64 Kbps ดูเพล็กซ์

ปัจจุบันมีผลิตภัณฑ์ที่สามารถให้ดาวน์สตรีมได้สูงถึง 8 Mbps และดูเพล็กซ์ที่อัตราสูงถึง 640 Kbps จำหน่ายในท้องตลาด โดย ADSL modem ใช้ได้กับ ATM Transport ที่มีอัตราความเร็วเปลี่ยนแปลงได้และชดเชย ATM overhead ได้ดีพอ ๆ กับ IP Protocol

สำหรับอัตราความเร็วดาวน์สตรีมนั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เป็นต้นว่าความยาวของสายทองแดง ขนาดของสายที่ใช้ จำนวนของบริดจ์แทร็พ (bridged trap) และ cross-coupled interface ทั้งนี้การลดทอนในทางสายจะเพิ่มขึ้นตามความยาวของสายและความถี่ และลดลงเมื่อเส้นผ่าศูนย์กลางของสายลดลง ซึ่งหากไม่พิจารณาถึงบริดจ์แทร็พแล้ว ADSL จะช่วยให้สามารถสื่อสารข้อมูลได้ตามตารางที่ 2

ค่าที่วัดได้ของแต่ละบริษัทโทรศัพท์นั้นอาจเปลี่ยนแปลงไปจากนี้ได้ แต่สมรรถนะขนาดนี้ก็สามารถครอบคลุมการใช้งานได้ถึง 95 เปอร์เซ็นต์ของ loop plant ที่ใช้แล้ว ขึ้นอยู่กับอัตราความเร็วในการสื่อสารข้อมูลที่ต้องการ อย่างไรก็ดี ผู้ใช้บริการที่อยู่ในระยะทางดังกล่าวนี้ยังคงอยู่ในวิสัยที่ให้บริการได้ด้วยระบบสื่อสารข้อมูลแบบดิจิตอล (digital loop carriers) หรือ DLC ที่ใช้เคเบิลใยแก้วนำแสง แต่เมื่อมีการนำระบบ DLC มาใช้งานในเชิงพาณิชย์แล้ว บริษัทโทรศัพท์สามารถที่จะสนองความต้องการในการใช้งานได้ในเวลาค่อนข้างสั้น

จากการที่เราใช้ประโยชน์จาก ADSL ได้สารพัดอย่าง จึงพอมองเห็นช่องทางที่จะนำ ADSL ไปใช้ในงานเกี่ยวกับวิดีโอที่บีบอัดสัญญาณแบบดิจิตอล (digital compressed video) ทว่าจากการที่สัญญาณเป็นแบบ real time ดิจิตอลวิดีโอจึงไม่สามารถใช้วิธีการควบคุม level error ของ link หรือโครงข่ายแบบที่มักพบใช้กันในระบบสื่อสารข้อมูลทั่ว ๆ ไปได้ เพราะฉะนั้นจึงนำ ADSL modem มาใช้งานร่วมกับ forward error correction บางแบบเพื่อลดการผิดพลาดที่เกิดขึ้นได้จากการคัพเพิลสัญญาณรบกวนอย่างต่อเนื่องเข้าไปในทางสาย

ตารางที่ 1

Downstream Bearer Channels	
n x 1.536 Mbps	1.536 Mbps
	3.072 Mbps
	4.608 Mbps
	6.144 Mbps
n x 2.048 Mbps	2.048 Mbps
	4.096 Mbps
Duplex Bearer Channels	
C Channel	16 Kbps
	64 Kbps
Optional Channels	160 Kbps
	384 Kbps
	544 Kbps
	576 Kbps

ตารางที่ 2

อัตราความเร็ว	เบอร์ลวด	ระยะทาง (ฟุต)	ขนาดลวด (ม.ม.)	ระยะทาง (ก.ม.)
1.5 หรือ 2 Mbps	24 AWG	18,000	0.5	5.5
1.5 หรือ 2 Mbps	26 AWG	15,000	0.4	4.6
6.1 Mbps	24 AWG	12,000	0.5	3.7
6.1 Mbps	26 AWG	9,000	0.4	2.7

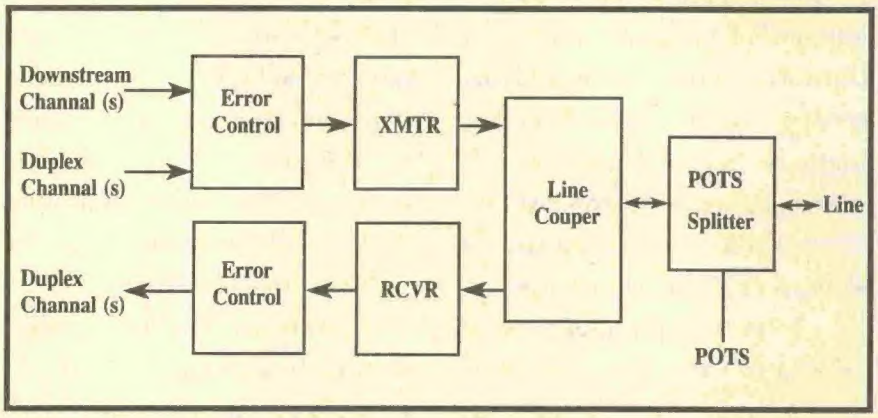
เทคโนโลยี

ADSL เป็นกระบวนการจัดการกับสัญญาณแบบดิจิตอลขั้นสูงและทำการบีบข้อมูลเพื่อส่งผ่านคู่สายโทรศัพท์ที่เป็นสายคู่ตีเกลียวไปยังปลายทาง นอกจากนี้จำเป็นต้องใช้เทคโนโลยีขั้นสูงในส่วนของทรานสฟอร์มเมอร์ อะนาล็อกฟิลเตอร์ และ A/D Converter โดยทางสายโทรศัพท์ที่มีความยาวมาก ๆ นั้นอาจลดทอนสัญญาณที่ 1 MHz (ซึ่งอยู่นอกแบนด์ที่ ADSL ใช้) มากถึง 90 เดซิเบล ซึ่งผลักดันให้ส่วนที่เป็นอะนาล็อกของ ADSL modem ต้องทำงานอย่างหนักเพื่อที่จะให้ใช้งานได้ในแถบความถี่ที่กว้างมาก สามารถแยกช่องสัญญาณ และมีตัวเลขของสัญญาณรบกวนต่ำ หากมองผิวเผินภายนอกแล้ว ADSL มีลักษณะคล้าย ๆ กับเป็นท่อส่งข้อมูลซิงโครไนซ์ที่มีอัตราความเร็วขนาดต่าง ๆ ไปบนคู่สายโทรศัพท์ธรรมดา แต่เมื่อมองภายในที่มีการใช้ทรานซิสเตอร์ทำงานแล้ว เป็นเรื่องประหลาดที่มันเป็นเทคโนโลยีสมัยใหม่ไปได้

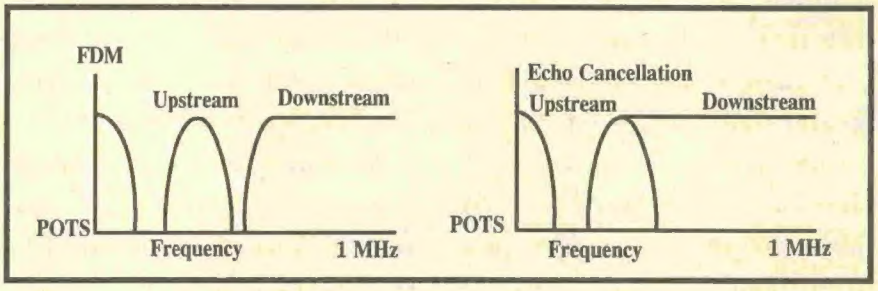
ในกรณีที่ต้องการให้เกิดเป็นช่องสื่อสัญญาณได้หลาย ๆ ช่องนั้น ADSL modem จะทำการแบ่งแถบความถี่ที่ใช้งานของคู่สายโทรศัพท์ออกไปอีก 1 ช่องมี 2 แบนด์ คือเป็น FDM (Frequency Division Multiplexing) หรือ Echo Cancellation โดย FDM กำหนดให้ใช้แบนด์หนึ่งสำหรับอัพสตรีมข้อมูล และอีกแบนด์หนึ่งสำหรับดาวน์สตรีมข้อมูล จากนั้นส่วนของดาวน์สตรีมจะถูกแบ่งด้วยวิธีการของ TDM (Time Division Multiplexing) เป็นช่องความเร็วสูง 1 ช่อง (หรือมากกว่า) และช่องความเร็วต่ำอีก 1 ช่อง (หรือมากกว่า) ส่วนกรณีของอัพสตรีมจะถูกมัลติเพล็กซ์เข้ากับช่องความเร็วต่ำที่สัมพันธ์กัน สำหรับ Echo Cancellation จะกำหนดให้แบนด์อัพสตรีมเกิดการ

เหลื่อมกับของดาวน์สตรีม และแยกทั้งสองออกจากกันด้วย local echo cancellation ซึ่งเป็นเทคนิคหนึ่งที่คุ้นเคยกันดีในโมเด็ม V.32 และ V.34 ส่วนเทคนิคอื่น ๆ นั้น ADSL จะแยกย่านความถี่ 4 KHz ไว้สำหรับใช้กับบริการโทรศัพท์พื้นฐานที่ปลาย DC ของแบนด์

ADSL ขณะทำการรวบรวม data stream ที่เกิดจากการมัลติเพล็กซ์ช่องดาวน์สตรีม ช่องดูเพล็กซ์ และช่องบำรุงรักษา เข้าเป็นบล็อก ๆ และใส่รหัส Error Correction เข้าแต่ละบล็อก จากนั้นทางด้านรับจะทำการแก้ไขความผิดพลาดต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในช่วงของการสื่อสัญญาณให้อยู่ในระดับที่รับรู้ได้ด้วยรหัสและความยาวของบล็อก นอกจากนี้มันยังอาจจะสร้างบล็อกพิเศษอีก ด้วยการสอด (interleave) ข้อมูลเข้าไปภายในบล็อกย่อย (subblock) ซึ่งทำให้ภาครับสามารถแก้ไขความผิดพลาดต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นได้ เป็นผลทำให้การส่งสัญญาณข้อมูลและภาพเป็นไปได้อย่างมีประสิทธิภาพพอ ๆ กัน



รูปที่ 2 ส่วนประกอบและลักษณะการทำงาน



รูปที่ 3

มาตรฐานและสมาคมที่เกี่ยวข้อง

เมื่อเร็ว ๆ นี้ กลุ่มทำงาน T1E1.4 ของสถาบันมาตรฐานแห่งชาติสหรัฐอเมริกา (ANSI) ได้ให้การรับรองมาตรฐาน ADSL ที่อัตราความเร็วสูงถึง 6.1 Mbps แล้ว (มาตรฐาน ANSI T1.413)

ทางด้านสถาบันมาตรฐานทางเทคนิคแห่งยุโรป (ETSI) ก็ได้ช่วยในการจัดทำภาคผนวกให้กับ T1.413 ซึ่งเป็นการสะท้อนถึงความต้องการของประเทศทางยุโรป ปัจจุบัน T1.413 ได้สรุปเรื่องของอินเทอร์เฟส เทอร์มินัลเดียวทางด้านผู้ใช้บริการแล้ว ส่วน Issue II (ซึ่งกลุ่ม T1E1.4 กำลังศึกษา) จะมีการขยายมาตรฐานออกไปเพื่อรวมถึงการอินเทอร์เฟสที่มีการมัลติเพล็กซ์กันทางปลายด้านผู้ใช้บริการ โปรโตคอลสำหรับรูปแบบและการบริหารโครงข่าย และการปรับปรุงด้านอื่น ๆ ด้วย

สมาคม ATM (ATM Forum) และ DAVIC ก็ให้การรับรองว่า ADSL เป็นโปรโตคอลสื่อสารใน physical layer สำหรับคู่สายดีเกลียวที่ไม่มีชีลด์

สมาคม ADSL (ADSL Forum) ก่อตั้งขึ้นเมื่อเดือนธันวาคม 2537 เพื่อส่งเสริมแนวความคิดของ ADSL และช่วยในการพัฒนาโครงสร้างของระบบ ADSL โปรโตคอล และอินเทอร์เฟสสำหรับการใช้ของ ADSL ที่สำคัญ ๆ ปัจจุบันสมาคมมีสมาชิกกว่า 200 รายจากบรรดาผู้ให้บริการ (SP) ผู้ผลิตอุปกรณ์ และบริษัทเซมิคอนดัคเตอร์ จากทั่วทุกมุมโลก

สถานภาพทางตลาด

ได้มีการทดสอบการใช้งานของ ADSL modem เป็นผลสำเร็จแล้วกว่า 30 บริษัท และมีการทดลองติดตั้งเทคโนโลยีต่าง ๆ กับคู่สายนับพัน ๆ คู่แล้วในอเมริกาเหนือและยุโรป บริษัทโทรศัพท์จำนวนไม่น้อยได้วางแผนทางการตลาดที่จะทดลองใช้ ADSL โดยส่วนใหญ่มุ่งไปที่การเข้าถึงข้อมูล (data access) แต่ก็ยังมีบางส่วนที่ใช้งานทางด้านวิดีโอ อินเทอร์แอคทีฟ เกม การชอปปิงส่วนตัว และโปรแกรมทางการศึกษาต่าง ๆ

ทางด้านบริษัทผู้ผลิตเซมิคอนดัคเตอร์เอง ก็มีการผลิตชุดชิพออกทดลองจำหน่ายในท้องตลาดแล้ว ซึ่งชุดชิพดังกล่าวนั้นรวมถึงอุปกรณ์ที่อยู่ภายนอกด้วย เช่น โปรแกรมเมเบิล ดิจิตอล ซิกแนล โปรเซสเซอร์ (Programmable digital signal processors) และ Custom ASICS นอกจากนี้บริษัทเซมิคอนดัคเตอร์ยังมีการลงทุนอีกต่อไป เพื่อเพิ่มสมรรถนะในการทำงาน และลดจำนวนชิพลง ลดการสิ้นเปลืองกำลัง และทำให้มีราคาถูกลง ซึ่งล้วนแต่ส่งเสริมให้เกิดบริการโดยใช้ ADSL โดยรวมในที่สุด